

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-76077

(43)公開日 平成5年(1993)3月26日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 Q 9/00	3 1 1 M	7170-5K		
H 0 4 B 1/74		7240-5K		
		9199-5K		
H 0 4 Q 9/00	3 2 1 E	7170-5K		

審査請求 未請求 請求項の数14(全 11 頁)

(21)出願番号 特願平3-65948

(22)出願日 平成3年(1991)3月29日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 小暮 誠

茨城県勝田市市毛882番地 株式会社日立

製作所那珂工場内

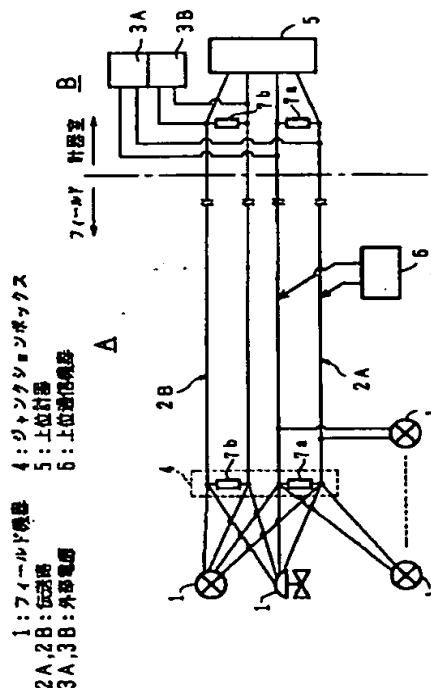
(74)代理人 弁理士 春日 譲

(54)【発明の名称】 二重化フィールドバスシステム

(57)【要約】

【目的】 伝送路上でフィールド機器への動作電力の供給と信号伝送を行うフィールドバスシステムにおいて、簡単な構成で容易に高信頼性の維持を実現する。

【構成】 伝送路を二重化し、フィールド機器、上位計器、外部電源のうち少なくとも1台の装置を両方の伝送路に接続し、選択的にいずれか一方の伝送路又は両方の伝送路を使用して給電及び通信を行う。使用中の伝送路に異常が検出された時には、他の伝送路を使用するように切り替えを行い、併せて、他の装置へその情報を送信し、通信を再開する。これによりフィールドバスシステムにおいて伝送路に関する致命的な異常でも、各装置が使用する伝送路を自動的に切り替えて、通信を続行できる。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 計器室に設置された少なくとも1台の上位計器及び外部電源と、フィールドに設置された少なくとも1台のフィールド機器と、前記計器室と前記フィールドを接続し、前記フィールド機器への動作電力の供給及び前記上位計器と前記フィールド機器との相互通信を行うための伝送路とからなるフィールドバスシステムにおいて、前記伝送路を二重にし、前記上位計器と前記外部電源と前記フィールド機器の中で少なくとも1台の装置は、二重化された前記伝送路の両方に接続され、前記装置は、使用中の前記伝送路に異常が発生した時、この異常を検出し、使用する伝送路を他の伝送路に切り替える伝送路異常検出・切り替え手段を有することを特徴とする二重化フィールドバスシステム。

【請求項2】 計器室に設置された少なくとも1台の上位計器及び外部電源と、フィールドに設置された少なくとも1台のフィールド機器と、前記計器室と前記フィールドとを接続し、前記フィールド機器への動作電力の供給及び前記上位計器と前記フィールド機器との相互通信を行うための伝送路とからなるフィールドバスシステムにおいて、前記伝送路を二重にし、前記外部電源は両方の前記伝送路のそれぞれに設けられ、前記上位計器と前記フィールド機器は、二重化された前記伝送路の両方に接続され、且つ両方の前記伝送路を常時使用して通信を行う通信手段と、一方の伝送路の前記外部電源から動作電力を受けて作動している状態において、前記伝送路のいずれかで異常が検出された時、使用する伝送路を正常の方に切り替える伝送路異常検出・切り替え手段を備えることを特徴とする二重化フィールドバスシステム。

【請求項3】 請求項1又は2記載の二重化フィールドバスシステムにおいて、前記伝送路異常検出・切り替え手段は、自身が定期的に発生する指令又は外部から与えられる指令に基づいて、二重化された前記伝送路の両方の状態を診断する機能を有することを特徴とする二重化フィールドバスシステム。

【請求項4】 請求項1又は2記載の二重化フィールドバスシステムにおいて、前記外部電源を二重化してそれぞれの伝送路に接続し、且つ少なくとも1台の前記フィールド機器を二重化された前記伝送路の両方に接続し、前記フィールド機器内の前記伝送路異常検出・切り替え手段が、前記各伝送路の線間電圧の異常を検出する手段と、前記異常の検出に基づき動作電力の受給と相互通信を行っている伝送路を切り替える手段を備えることを特徴とする二重化フィールドバスシステム。

【請求項5】 請求項1又は2記載の二重化フィールドバスシステムにおいて、二重化された前記伝送路の両方に接続された前記装置が、使用する伝送路を切り替える時に、伝送路への入力インピーダンスを一時的に変化させ、他の前記装置に通知を行う通知手段を備えたことを特徴とする二重化フィールドバスシステム。

【請求項6】 請求項4記載の二重化フィールドバスシステムにおいて、二重化された前記外部電源を、前記計器室の側と前記フィールドの側とに散在して配置したことを特徴とする二重化フィールドバスシステム。

【請求項7】 請求項6記載の二重化フィールドバスシステムにおいて、前記フィールドの側に配置する前記外部電源をジャンクションボックス内に配置したことを特徴とする二重化フィールドバスシステム。

【請求項8】 請求項6又は7記載の二重化フィールドバスシステムにおいて、前記ジャンクションボックス内で、前記フィールド側と前記計器室側を電氣的に絶縁したことを特徴とする二重化フィールドバスシステム。

【請求項9】 請求項6記載の二重化フィールドバスシステムにおいて、前記フィールドに設置される前記フィールド機器の間で自律して分散制御を行う制御手段を備えたことを特徴とする二重化フィールドバスシステム。

【請求項10】 請求項4記載の二重化フィールドバスシステムにおいて、二重化された前記伝送路の両方に接続される前記フィールド機器が、伝送路を切り替える前後に、異常信号を前記伝送路のいずれかに出力する手段を備えたことを特徴とする二重化フィールドバスシステム。

【請求項11】 請求項2記載の二重化フィールドバスシステムにおいて、二重化された前記伝送路の両方に接続された前記上位計器と前記フィールド機器は、それぞれ、両方の前記伝送路に同じ信号を送信する手段と、両方の前記伝送路から受信する信号を比較判定する手段を備えたことを特徴とする二重化フィールドバスシステム。

【請求項12】 請求項2記載の二重化フィールドバスシステムにおいて、二重化された前記伝送路の両方に接続された前記上位計器と前記フィールド機器は、それぞれ、二重化された前記伝送路を制御用と保守用に分けて使用すると共に、異常時に1つの伝送路で制御と保守を兼ねて使用する制御手段を備えたことを特徴とする二重化フィールドバスシステム。

【請求項13】 請求項1又は2記載の二重化フィールドバスシステムにおいて、前記伝送路として、2本の主用伝送線と2本の予備用伝送線とからなる平行線の組が複数隣接して配設された線路束を使用し、前記予備線を両外側に配置して使用する構成にしたことを特徴とする二重化フィールドバスシステム。

【請求項14】 請求項1又は2記載の二重化フィールドバスシステムにおいて、二重化された前記伝送路のそれぞれの配線経路を異ならせたことを特徴とする二重化フィールドバスシステム。

**【発明の詳細な説明】**

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、二重化フィールドバスシステムに係り、特に、伝送路を二重化し、各伝送路に

複数のフィールド機器を接続したマルチドロップ接続構成において、高い信頼性の維持を容易に実現する二重化フィールドバスシステムに関する。

#### 【0002】

【従来の技術】所謂フィールド機器と称される機器は、通常、各種プラントにおける各部の圧力、温度、流量などの物理量を検出し、その値を電気信号に変換し、伝送路を介して上位計器へ伝送したり、また反対に、上位計器から伝送される制御信号を受信し、プラントのバルブ等を制御する。伝送路における計測信号や制御信号等の電気信号の伝送は、信号がアナログ信号の場合には規格化されており、フィールド機器と上位計器の間では4～20mAのアナログ電流信号の伝送が行われている。また従来のフィールド機器と上位計器との間の伝送路では、一般的に、アナログ信号による一方方向通信が行われていた。しかし近年、半導体集積回路技術の向上によりマイクロプロセッサ内蔵のフィールド機器が開発され、実用化されてきている。このフィールド機器によれば、伝送路上でアナログ信号による前記一方方向通信の他に、デジタル信号による双方向通信を行い、フィールド機器のレンジ設定や自己診断等を遠隔から指令できるようになりつつある。この種の装置は、例えば、特開昭58-48198号公報、特開昭59-201535号公報等に開示されている。

【0003】従来の伝送システムの典型例を図6を参照して具体的に説明する。この図は、外部電源を必要とするアナログ電流出力形フィールド機器の装置構成例を示す。フィールド機器101a、101b、101cは、伝送路102を介して外部電源103から供給される電力により動作し、それぞれで検出した物理量に対応した電流を伝送路102に流す定電流源としてアナログ電流信号を出力する。上位の受信計器104は、伝送路102に対して直列に接続された抵抗（図示せず）を流れる前記アナログ電流信号（以下アナログ信号という）を、抵抗の両端電位差として検出することにより受信し、フィールド機器101a、101b、101cの各指示値として使用する。上位の通信機器105は、フィールド機器101a、101b、101cと受信計器104及び外部電源103との間の任意の箇所に接続される。上位の通信機器105は、各フィールド機器との間でデジタル信号で双方向の通信を行っている。

【0004】上記の伝送路における信号伝送方式としては、アナログ信号上にデジタル信号をのせ、アナログ信号に影響を与えないようにデジタル信号の通信を行う方式、アナログ信号とデジタル信号を切り換えて信号伝送する方式、及びデジタル信号のみによる信号伝送方式などが知られている。

【0005】また最近では、複数台のフィールド機器を同一伝送路上にマルチドロップ式で接続し、双方向のデジタル信号だけで通信を行うフィールドバスシステム

が提案されている。フィールドバスシステムの代表的な構成例を、図7を用いて説明する。この図は、複数台のフィールド機器と上位計器とが伝送路を介してツリー形に接続された装置構成例を示している。フィールド機器111a、111b、111cは、伝送路112を介して外部電源113から供給される電力により動作し、また伝送路112を介して順番に上位の受信計器114とデジタル信号で双方向の通信を行い、検出した物理量の送信、制御値の受信等の処理を行う。上位通信機器115は、フィールド機器111a、111b、111cと受信計器114及び外部電源113との間に接続され、各フィールド機器との間でデジタル信号で双方向の通信を行っている。またターミネータ116は、直列に接続した抵抗とコンデンサで構成され、伝送路112の両端に接続される。

【0006】図6の既存システムから図7のフィールドバスシステムへ移行する場合は、上位機器とフィールド機器をそれぞれフィールドバス対応のものに変更する必要があるが、伝送路102を伝送路112としてそのまま使用できるため、容易にシステムの移行を行うことができる。またフィールドバスシステムでは、伝送路112上に接続するフィールド機器の台数を増えることから、システムの拡張が容易であるという利点を有する。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述した従来技術では、既存システムからフィールドバスシステムへの移行を行う際に、1つの伝送路に接続するフィールド機器の台数が複数台になり且つデジタル通信を行うという点で、フィールドバスシステムは、既存システムに比べ、耐ノイズに対する信頼性の面で配慮がされておらず、更に通信不良が頻繁に発生すると、今まで一定周期で行われていたフィールド機器の制御が行えないという問題が生じる。特に伝送路の異常の際には、1つの伝送路に接続されているすべてのフィールド機器への電力供給が行えず、すべてのフィールド機器がダウンしてしまう点について何の配慮もされていなかった。また伝送路の信頼性を向上させる方式として、フィールドバス全体を二重化する方式が考えられるが、すべての装置機器が、各伝送路ごとに必要であり、コストパフォーマンスの点で既存システムから移行するメリットがないという問題も生じる。

【0008】本発明の目的は、上記の各問題に鑑み、少なくとも伝送路は二重化し、二重化しないフィールド機器などの装置を二重化された伝送路の両方に接続し、種々の仮想的な二重化機能を持たせることにより、容易に信頼性の高い伝送システムが実現できる二重化フィールドバスシステムを提供することにある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明に係る第1の二重化フィールドバスシステムは、上記目的を達成するため

に、計器室側の上位計器及び外部電源と、フィールド側のフィールド機器と、計器室側とフィールド側を接続し、フィールド機器への動作電力の供給や上位計器とフィールド機器との相互通信を行うための伝送路とから構成されるものであり、伝送路を二重にし、上位計器と外部電源とフィールド機器の中で少なくとも1台の装置は、伝送路の両方に接続され、そしてこれらの装置は、使用中の伝送路に異常が発生した時、この異常を検出し、伝送路を他の伝送路に切り替える伝送路異常検出・切り替え手段を有するように構成される。本発明に係る第2の二重化フィールドバスシステムは、上記同様に、計器室側の上位計器及び外部電源と、フィールド側のフィールド機器と、計器室側とフィールド側を接続し、フィールド機器への動作電力の供給や上位計器とフィールド機器との相互通信を行うための伝送路とから構成されるものであり、更に、伝送路を二重にし、加えて外部電源を両方の伝送路のそれぞれに設け、上位計器とフィールド機器は、二重化された伝送路の両方に接続され、且つ両方の前記伝送路を常時使用して通信を行う通信手段と、一方の伝送路の外部電源から動作電力を受けて作動している状態で、伝送路のいずれかで異常が検出された時、使用する伝送路を正常の方に切り替える手段を備えるように構成される。上記の各構成において、外部電源については二重化し、それぞれの伝送路に対応して、これをフィールド側と計器室で分散して配置すると共に、フィールド機器に所定動作に関し所要の制御機能を付加して自律分散型の制御を行わせることもできる。上記第2の構成において、二重化された伝送路の両方を同時に使用できる構成とし、且つ各伝送路を利用して異常診断や、それぞれの伝送路を目的に応じて使い分けすることができる。上記のように伝送路を二重化することにより、本来の主伝送路に対し予備伝送路を用意し、この二重化伝送路を有効に活用して信頼性の向上を図り、それに加えて、少なくとも1台のフィールド機器等では、2つの伝送路を選択的に利用できる構成、又は両方を同時に目的に応じて使用できる構成とすることにより、フィールド機器等を仮想的に二重化動作させ、伝送路ごとにフィールド機器、上位計器、外部電源などの装置を設ける必要性をなくした。

#### 【0010】

【作用】本発明による二重化フィールドバスシステムでは、フィールド機器等の装置は、個別の接続口より、二重化された伝送路の両方に接続される。両方の伝送路が、直接的に接続されていないので、一方の使用中の伝送路に異常が発生して通信不能及びフィールド機器への動作電力の供給が困難な状態になっても、伝送路を正常な他方のものに切り替えることにより、正常な動作を継続することができる。特に二重化された伝送路については、各々について、常時正常であるか異常であるかを診断する構成を設けることにより、異常が発生した時、常

に正常側に切り替わり、安全側での動作が確保される。特に、この両方の伝送路を別経路で配線すれば、両方の伝送路に、同時に大きなノイズが混入したり、両方の伝送路がオープンループになってフィールド機器への動作電力の供給ができなくなることはほとんど考えられないため、更に信頼性が高くなる。また常時、予備の伝送路を使用して、フィールド機器の診断、通信データのエラーチェック、主伝送路と同等の通信などを行えば、フィールド機器の制御など一定周期での通信を妨げることなく、フィールド機器の異常予知、通信データの信頼性向上、通信スループットの向上などの信頼性向上に関する処理を実施できる。

#### 【0011】

【実施例】以下に、本発明の実施例を添付図面に基づいて説明する。図1は本発明による二重化フィールドバスシステムの装置構成例を示す。本図において、区域Aがフィールドであり、区域Bが計器室である。フィールドAには、所定の箇所に複数台のフィールド機器1が設置される。フィールド機器1には、バルブや物理量を検出する検出器等が含まれる。フィールド機器1は、デジタル信号で双方向のシリアル通信を行うものであり、各種プラントにおけるプロセスの圧力、温度、流量などの物理量を検出して、その値を送信したり、又はバルブなどの制御量を受信する。各フィールド機器1は、二重化された伝送路2A、2Bのいずれか一方又は両方に接続され、伝送路2A、2Bを介して計器室Bに設置された外部電源3A、3Bから供給される電力により動作する。各伝送路2A、2Bは例えば二線式伝送路であり、それぞれ一対の伝送線からなる。そして、例えば、一方の伝送路2Aが主伝送路となり、他方の伝送路2Bが予備伝送路となる。實際上、2本の主用伝送線（伝送路2A）と2本の予備用伝送線（伝送路2B）からなる組が、主管ケーブル内に複数配線される。

【0012】本実施例では、複数台のフィールド機器1の内、3台のフィールド機器1はジャンクション・ボックス（中継端子盤）4を介して二重化された伝送路2A、2Bの両方に接続され、また1台のフィールド機器1については、一方の伝送路2Aの中間の箇所に接続されている。すなわち、重要でないフィールド機器1は、必ずしも両方の伝送路2A、2Bに接続する必要はない。逆に、図1には示していないが、両方の伝送路2A、2Bに同種のフィールド機器を接続することや、フィールド機器の動作電力を伝送路以外から供給することも可能である。上記の2つの伝送路2A、2Bのそれぞれに接続されるフィールド機器1は、各伝送路に対応する個別の接続口を有する。なお、伝送路2A、2Bには任意の複数台数のフィールド機器1を接続することができる。しかし、この場合、フィールド機器1の台数に応じて、伝送路2A、2Bの長さやジャンクション・ボックス4からフィールド機器1までの線路の長さについて

て、使用制限が生じる。

【0013】計器室Bには、更に上位計器5が設置される。この上位計器5は、フィールド機器1との間で、伝送路2A、2Bのいずれかを介して、デジタル信号の通信を行い、フィールド機器1の検出した各種物理量

(圧力、温度、流量など)を受信し、また、プラントの制御情報として、バルブなどのフィールド機器1へ制御信号を送信する機能を有している。上位計器5は、フィールド機器1と同様に、必ずしも両方の伝送路2A、2Bごとに設置する必要はないが、各伝送路に対応する個別の接続口を用意しておく必要がある。

【0014】外部電源3A、3Bは、それぞれ、伝送路2A、2Bを介してフィールド機器1が動作するための電力を供給する。この場合、通信信号への影響を低く抑さえるために、直列にインダクタンスを挿入するなどして、通信周波数帯域でのインピーダンスを大きくするように構成している。外部電源3A、3Bは、フィールド機器1と同様に必ずしも両方の伝送路2A、2Bごとに設置する必要はない。1台の外部電源で2つの伝送路に電力を供給する場合には、各伝送路に対応する個別の接続口を用意する必要がある。

【0015】上位通信機器6は、伝送路2A、2Bのいずれか一方又は両方の上の任意の箇所に接続される。上位通信機器6は、上位通信機器6内にあるディスプレイやキーボードを操作することにより、伝送路を介した通信で、フィールド機器1の出力値のモニタや調整などの処理を実行できる。また上位通信機器6は、適時に伝送路2A、2Bに対し着脱できる。そして、通信プロトコルが例えばトークンパッシングのように一定順序で通信を行う方式であっても、上位通信機器6は、割り込んで通信を行えるように構成される。

【0016】伝送路2A、2Bのそれぞれの両端部に接続された7a、7bはターミネータである。ターミネータ7a、7bは、直列に接続した抵抗とコンデンサで構成される。このターミネータ7a、7bは、伝送路2A、2B上に接続されるフィールド機器1、上位計器5、上位通信機器6の通信周波数帯域での入力インピーダンスと比べてかなり小さい値にすることにより、各装置の接続箇所及び接続台数などの条件による通信信号への影響を低く抑さえている。このため伝送路からいずれか一方のターミネータが外れた場合に、各装置からみた伝送路の通信周波数帯域でのインピーダンスが倍増し、各フィールド機器からの送信信号が電流ドライブである場合、電圧信号で受信すると、信号電圧は倍増する方向に変化する。また逆に、伝送路に接続する各装置の台数が増加すると、各装置からみた伝送路の通信周波数帯域でのインピーダンスが減少し、信号電圧は減少する方向に変化する。よって各装置は、受信できる信号の範囲を余裕を持って広げておく必要があり、これがノイズマージンを狭くし、通信の信頼性を低下させる要因となって

いる。

【0017】次に、上記構成におけるフィールド機器1、上位計器5、上位通信機器6の各装置の動作について説明する。各装置の通信動作としては、通常、伝送路2Aを使用して各種物理量、バルブなどの制御量の情報をデータとして一定周期で通信している。この通信周期は、上位通信機器6を伝送路2Aに接続し、これにより割り込んで通信を行う場合、あるいはマージンを超えるノイズの発生などにより通信エラーが発生した場合を除き、一定に保たれる。このため、頻繁に通信エラーが発生したり、長期間、通信不能状態が続いたりした場合には、システム異常の状態になるのを避けるために、フィールドバスに接続されている装置の中で、通信の主導権を握ることができる装置の指示により、各装置が使用する伝送路を、瞬時に、伝送路2Aから伝送路2Bに切り替える動作を行う。この切り替え動作は、伝送路2Aを介して各フィールド機器1に供給される電力に異常が発生した場合にも、適用される。ここで、フィールド機器1や上位計器5などの装置で、両方の伝送路2A、2Bに接続されているものは、伝送路の異常検出及び使用する伝送路の切り替えを、瞬時に行うことにより、フィールド機器への動作電力の供給などが途絶えることなく、連続して装置内の動作を行うことができる。

【0018】上記実施例の構成によれば、伝送路2A、2Bにノイズが混入したり、フィールド機器1のための動作電力の供給が途絶えるといった伝送路2A、2Bの異常が発生しても、両方の伝送路が同時に異常状態にならないければ、上記切り替え動作を行うことにより、フィールドバスの通信周期を乱すことなく、連続して通信を行うことができる。また伝送路以外の部分については、二重の構成にしなくとも、システムを構成できるため、信頼性の高いシステムが容易に実現でき、コストパフォーマンスの面での効果も生じる。

【0019】また前記の各装置に自己診断装置を設け、自身が定期的に発生する指令で、又は外部からの指令で、伝送路を介して通信する信号の信頼性に関する確認を両方の伝送路において実施するように構成し、使用していない伝送路等の異常を事前に認識しているようにする。これによって、両方の伝送路が異常になる前に、各装置が異常を確認することができるので、フィールド機器1が動作不能になるという状態を未然に避けることができる。

【0020】次に、上記実施例で使用されるフィールド機器1の代表例として、図2図を参照して、差圧伝送器の内部構成とその動作を説明する。差圧伝送器10では、その内部回路と二重化された伝送路2A、2Bとが切り替えスイッチ部11を介して接続されている。図示例で、切り替えスイッチ部11は、伝送路2Aに接続されている。12はDC-DCコンバータであり、このDC-DCコンバータ12は、伝送路2Aを介して前記外

部電源 3 A より与えられる電圧から差圧伝送器 10 自身の内部回路が動作するための電圧  $V_{DD}$  を作りだす。定電流回路 13 は、前記内部回路全体の消費電流が一定になるように制御する。これにより、差圧伝送器 10 の全体で消費する電流は、一定値である内部回路の消費電流に、通信信号のための電流を加えた値になる。

【0021】差圧伝送器 10 の内部回路の詳細構成と動作について説明する。複合センサ 14 からの差圧、静圧、温度などの各出力は、マルチプレクサ (MPX) 15 に入力される。このマルチプレクサ 15 には、I/O インターフェイス 16 からの入力切換信号が入力される。マルチプレクサ 15 において、入力切換信号が入力されると、それによって対応する入力信号が選択され、出力される。マルチプレクサ 15 の出力信号は、A/D 変換器 17 に入力され、ここでデジタル値に変換される。更に、この信号は、マイクロプロセッサ (MPU) 18 により、A/D 変換器 17 から順次に送り込まれる出力と、ROM 19 及び RAM 20 に格納されている種々の係数を用いて、補正演算を行い、これにより真値を求め、RAM 20 にその値が格納される。

【0022】差圧伝送器 10 における通信は、次の通り行われる。まず、送信動作では、最初に、マイクロプロセッサ 18 の指令で、RAM 20 に格納されているデータなどを、送受信回路 (UART) 21 からシリアルデジタル信号列を出力する。この信号は、変調回路 22 で変調された所定の変調信号となり、ドライバ 23 に入力され、ドライバ 23 から切り替えスイッチ 11 を介して、伝送路 2 A へ通信信号として出力される。ここで変調方式としては、例えばデジタル信号の“1”、“0”に対応する 2 種類の周波数で変調する周波数変調方式、あるいはベースバンド信号のマンチェスタ符号に変換する方式などがある。またドライバの方式としては、電圧信号で出力する方式と電流信号で出力する方式とがある。

【0023】受信動作では、伝送路 2 A からの通信信号 (上記変調方式で変調されている) を、切り替えスイッチ 11 を介して復調回路 24 で復調してシリアルデジタル信号列にて取り出し、送受信回路 21 にデジタル信号の“1”、“0”からなるデータとして入力される。送受信回路 21 に入力された信号は、マイクロプロセッサ 18 により、受信データとして取り出される。

【0024】復調回路 24 に対しては並列に電圧レベル検出回路 25 が接続される。この電圧レベル検出回路 25 は、伝送路 2 A の線間電圧を検出し、その電圧が規定値の範囲外である場合には異常があるとして、異常信号を I/O インターフェイス 16 に出力する。マイクロプロセッサ 18 は、I/O インターフェイス 16 を介して、異常があることを認識し、切り替えスイッチ 11 を切り替える指示を I/O インターフェイス 16 介して行う。この切り替え動作により、差圧伝送器 10 で使用す

る伝送路を、2 A から 2 B へ切り替える。その後、伝送路 2 A に異常があることを、他のフィールド機器 1 及び上位計器 5 に向かって送信する。上記の動作を実行するため、マイクロプロセッサ 18 は、その内部に、伝送路の異常を検出し、この検出に基づいて切り替えスイッチ 11 を切り替える伝送路異常検出・切り替え手段を実現し、ROM 20 は伝送路異常検出・切り替え手段のためのプログラムを格納している。

【0025】異常信号を検出し、伝送路を切り替える他の例としては、過大なノイズが伝送路上に入り込んで、通信エラーが頻繁に発生した例や、長期間通信不能になった例などがある。これらの例の場合には、伝送路を切り替える前にも、異常が発生したことを知らせる信号を、他の装置に向かって送信する。ここで、通信エラーが発生する要因には一過性のものがほとんどであるため、連続して通信エラーが検出されたときのみ、伝送路を切り替えるようにすれば、本質的な異常のみを異常として検出することができる。

【0026】よって、上述のようにフィールド機器 1 は一般的に、各種異常が起こった場合に、瞬時に使用中の伝送路を他の予備の伝送路に切り替えて、連続して動作を続けることができるので、仮想的に二重化処理を行ない、信頼性を高めることができるという効果がある。

【0027】また、2 つの伝送路 2 A、2 B に接続された各装置は、使用する伝送路を切り替えるときには、通信信号により他の装置に通知したり、又は伝送路への入力インピーダンスを切り替え時に一時的に低下させて伝送路の線間電圧を低下させることにより、他の装置が使用する伝送路も同時に切り替えさせ、装置間の同期を取るようになっている。

【0028】また上記実施例で、通常、伝送路 2 A、2 B は同経路、すなわち同一の主管ケーブルで配線されるが、別経路で配線することも可能である。2 つの伝送路 2 A、2 B を別経路で配線すると、伝送路 2 A、2 B に同時に大きなノイズが混入したり、伝送路 2 A、2 B の両方が同時にオープンループになってフィールド機器 1 への動作電力の供給ができなくなることが、ほとんど考えられなくなり、システムの信頼性を向上できる。特に、予備として用意される伝送路は、特にノイズの少ない環境に配設されることが望ましい。

【0029】次に、本発明の他の実施例を、図 3 及び図 4 を用いて説明する。図 3 は、基本的に図 1 と同様な図であり、例えば外部電源 3 B をフィールド A 側のジャンクション・ボックス 4 内に設置している点を除いて、装置構成は同じである。従って、同一の構成要素には同一の符号を付す。

【0030】外部電源 3 B をフィールド A 側のジャンクション・ボックス 4 内に設置するようにしたため、伝送路 2 A、2 B を配線している主管ケーブルが切断されたり、コネクタが外れたりして両方の伝送路がオープンル

ープになったとしても、フィールド機器の動作電力は、ジャンクション・ボックス4内に配設した外部電源3Bから供給できる。更に詳述すると、例えば伝送路2Aを使用している状態において、この伝送路2Aが切断される、又はコネクタが外れるなどでオープンループになっても、各フィールド機器1でこの状態を検出し、伝送路2Bの側に接続を切り替えると、伝送路2B側に設けた外部電源3Bを利用することができるので、各フィールド機器1は動作を継続させることができる。また、伝送路2Bを使用している状態で、ジャンクションボックス4の手前までのいずれかの箇所で伝送路2Bの切断等が発生したとしても、外部電源3Bは、フィールド側のジャンクションボックス4の箇所の配設されているので、動作のための電力供給が停止されることはない。

【0031】他方、通信面でも、ターミネータ7bも伝送路2Bから外れた形になるが、この状態においては、フィールド機器1からみた伝送路の通信周波数帯におけるインピーダンスが倍増し、それにつれて通信信号も大きくなるけれども、各フィールド機器の受信可能範囲内であるため、問題なく通信できる。

【0032】よって、フィールドAに設置されているフィールド機器1の間のみで、各種物理量（圧力、温度、流量など）の検出、制御演算の遂行、バルブなどの制御といった制御処理を行う自律的機能を内蔵するように構成しておけば、前述の致命的な異常事態においても、プラントには何の影響を与えることなく、システムとして動作を続けることができるという効果が発揮される。また上記機能によれば、制御システムの立ち上げ時に、計器室側の装置を接続しなくとも、各フィールド機器1の各種初期設定、最適制御条件の見直しなどの処理を、上位通信機器6を使用して事前に行うことができるという効果も生じる。

【0033】次に図4を参照して、本実施例におけるフィールド機器の内部回路の具体例について説明する。図2の構成例と比べて、通信に関する構成及びその動作以外はすべて同じである。図2で示した回路要素と同一のものには同一の符号を示す。フィールド機器1内の送受信回路、変調回路、復調回路、ドライバは、伝送路2A、2Bごとに設けられている。すなわち、伝送路2B用に、送受信回路31、変調回路32、復調回路34、ドライバ33が追加されている。この構成によって、同時に両方の伝送路2A、2Bにて送受信動作が可能となる。このため、前記第1の実施例で説明した機能に加えて、信頼性向上、通信処理能力の向上などに関する種々の機能を系統的に実現できる。この実施例でも前記実施例と同様に、フィールド機器1として差圧伝送器10の例について図示しているものとする。

【0034】複数のフィールド機器1等の各装置の通信動作としては、通常状態において、伝送路2A、2Bの両方を使用して、各種物理量、バルブなどの制御量の情

報をデータとして通信できる。どちらの伝送路を選択して使用するかについては、ランダムに選択されて送信又は受信した装置は、その応答を、同じ伝送路を用いて行う。また、頻繁に通信エラーが発生したり、長期間、通信不能状態が続いたりした場合には、システム異常の状態になるのを避けるために、フィールドバスに接続されている装置の中で、通信の主導権を握ることができる装置の指示に基づき、各装置が使用する伝送路を、異常が無い方の伝送路だけに限定して通信を行う。従って、各装置は、通信が途絶えさせることはなく、動作を継続できる。

【0035】上記装置構成により、常時、伝送路2A、2Bの両方を使えるので、通信システムとしてのスループットを向上でき、高速制御に適したシステムを構成できる。また1つのフィールドバスに接続できるフィールド機器の台数を増やしても、一定周期で通信を行うことができる。

【0036】また各装置が、両方の伝送路2A、2Bに同じデータを送信し、両方の伝送路2A、2Bから受信したデータを比較して、エラーチェックする動作を行うように構成すれば、伝送路2A、2Bの状態を診断することができ、通信データの信頼性を、更に高めることができる。伝送路2A、2Bの異常診断は、各装置の内部から発生する指令、又は外部の上位機器からの指令に基づいて、定期的に行うことができる。

【0037】この他に伝送路2A、2Bの一方を制御用、他方を常に保守用として使用し、フィールド機器の自己診断、設定データの変更などを行うことにより、フィールド機器の異常予知ができ、フィールド機器自身の信頼性も向上できる。

【0038】前記各実施例で、ジャンクションボックス4内にてフィールド機器側と上位機器側とを絶縁しておくことにより、主管ケーブルが短絡状態になった場合でも、各フィールド機器への動作電力の供給を行うことが可能となる。

【0039】次に、図5を用いて、伝送路の使用方法に関する実施例を説明する。フィールドバスの伝送路としては、より対線が用いられる。しかし、既存システムからフィールドバスシステムに移行するときには、既存配線をそのまま使うため、平行線を使う場合がある。これらの平行線では、2芯から約50芯の範囲のものが主に使われており、そのナンバリングは、図5に示すように線束41の中心層から順に付けられているため、配線は、径方向の複層において同層の隣合うものを使うようにする。また、この平行線は、伝送路間のクロストークが大きいので、この面で使用できる伝送路長に制限がある。そこで本実施例では、例えば、図5に示すように番号5～8の連続したものを使用し、内側の番号6、7の線を主線（伝送路2A）を割り当て、外側の番号5、8の線を予備線（伝送路2B）に割り当てる。これによ

て、同層内の番号 9, 14 の線からのクロストークが主線に影響を与えないようにしている。また、1 対の伝送線を流れる電流の向きは逆であり、隣合う線を 1 対で使用するため、隣接した層の線からのクロストークは、トータルの打ち消し合う。よって本実施例によれば、伝送路 2 A, 2 B に平行線を使用する場合においても、クロストークの影響を低くできるので伝送データの信頼性が向上でき、また伝送路の使用可能な長さを広げることができる。

#### 【0040】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように本発明によれば、次の効果を奏する。伝送路を二重化して使用することにより、1 つの伝送路で複数のフィールド機器への給電と通信を行う構成であっても、システム的な信頼性を向上することができる。またフィールド機器などの装置は、2 つの伝送路のいずれか一方又は両方に接続するインターフェイス部分のみを設けるだけで足り、必ずしも伝送路ごとにフィールド機器を設ける必要がなく、容易に且つ安価な構成で実現できる。更に、両方の伝送路を有効に使用することにより、通信の信頼性、フィールド機器の信頼性、通信のスループットなどを向上することができ、フィールド機器間で自律して制御する機能を持たせることにより、システム立ち上げ時、上位側の異常時にも、フィールド側だけで動作することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る二重化フィールドバスシステムの第 1 実施例を示す装置構成図である。

【図 2】本発明の第 1 実施例におけるフィールド機器の内部回路を示すブロック図である。

【図 3】本発明に係る二重化フィールドバスシステムの第 2 実施例を示す装置構成図である。

【図 4】本発明の第 2 実施例におけるフィールド機器の内部回路を示すブロック図である。

【図 5】本発明による平行線の使用方法を説明するための線束の断面図である。

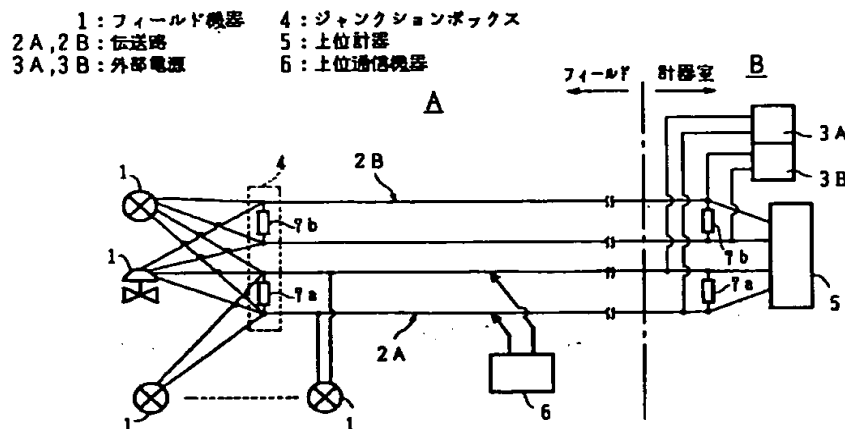
【図 6】従来のシステムの例を説明するための装置構成図である。

【図 7】従来のシステムの他の例を説明するための装置構成図である。

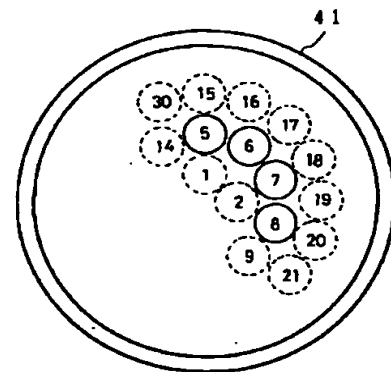
#### 【符号の説明】

- |          |             |
|----------|-------------|
| 1        | フィールド機器     |
| 2 A, 2 B | 二重化された伝送路   |
| 3 A, 3 B | 外部電源        |
| 4        | ジャンクションボックス |
| 5        | 上位計器        |
| 6        | 上位通信機器      |
| 7 a, 7 b | ターミネータ      |
| 10       | 差圧伝送器       |
| 11       | 切り替えスイッチ    |
| 41       | 線束          |

【図 1】

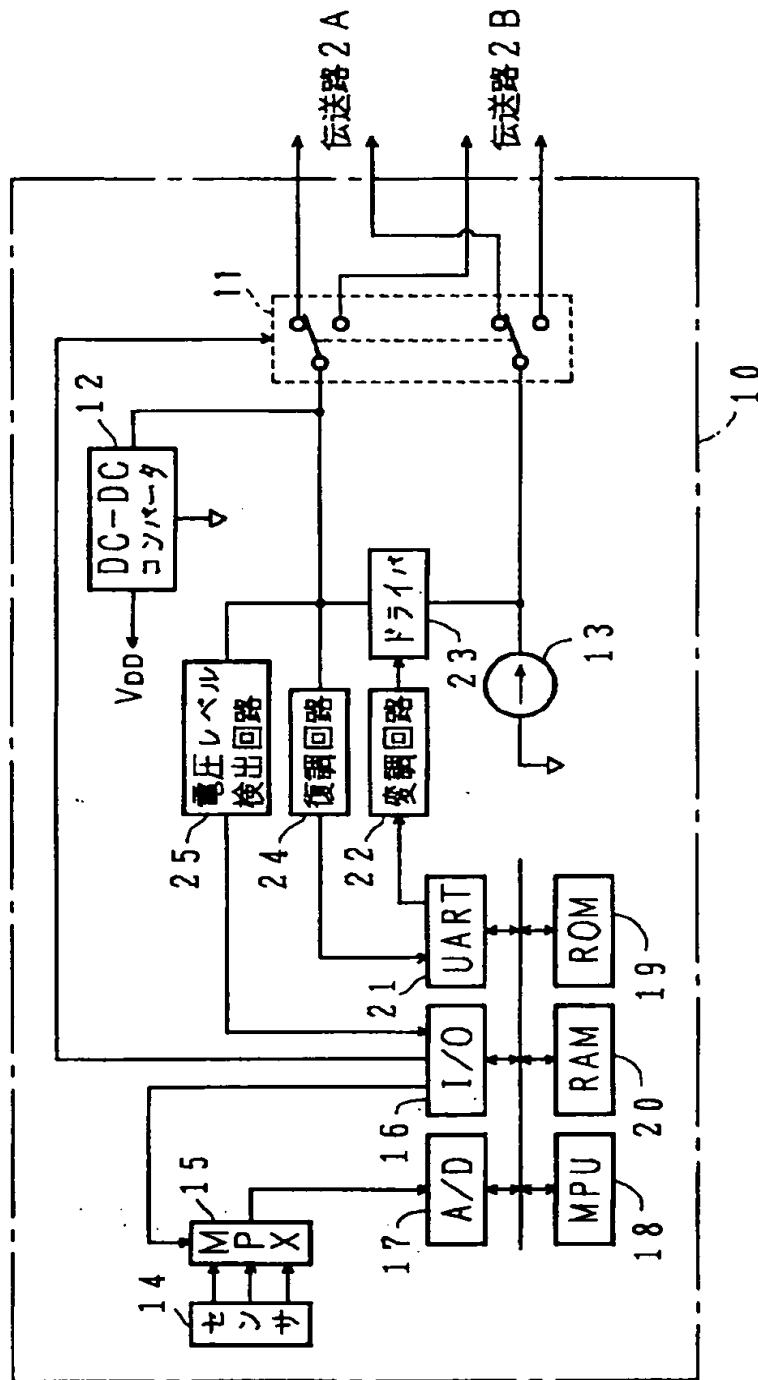


【図 5】

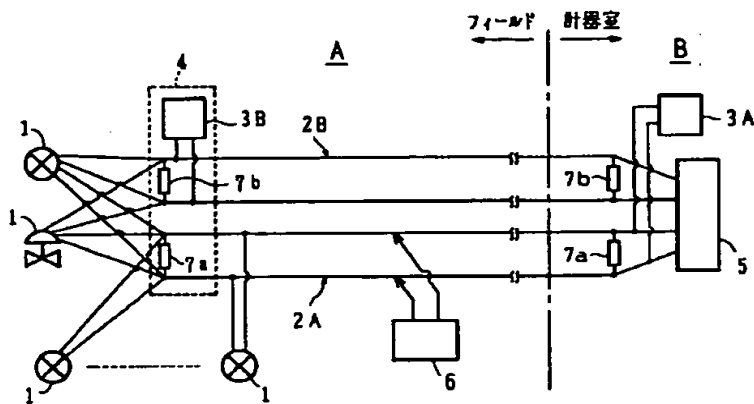




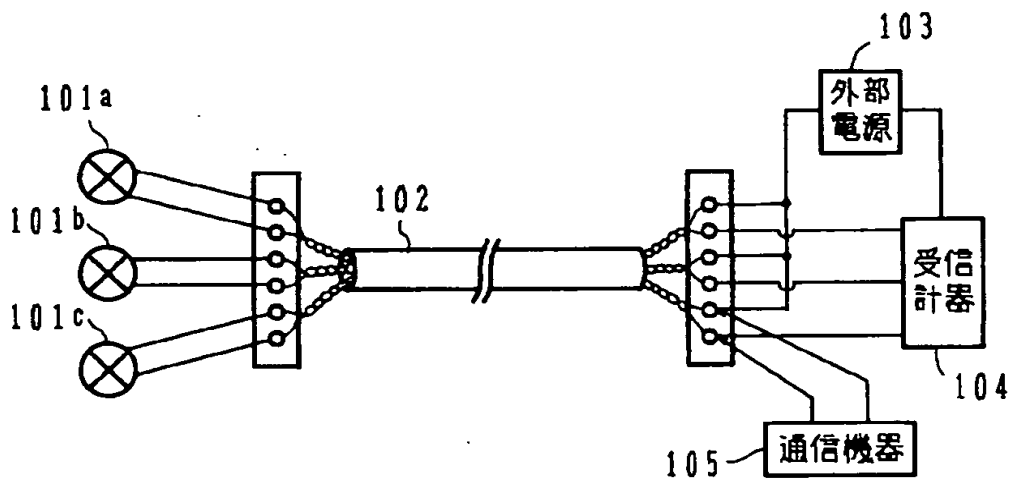
【図2】



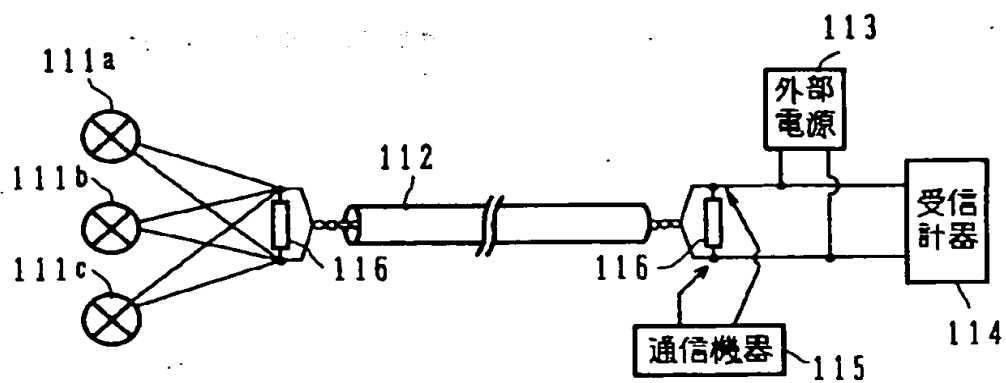
【図3】



【図6】



【図7】



【図4】

